

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 02-033843  
 (43) Date of publication of application : 05.02.1990

(51) Int.CI. H01J 37/147  
 H01J 37/04

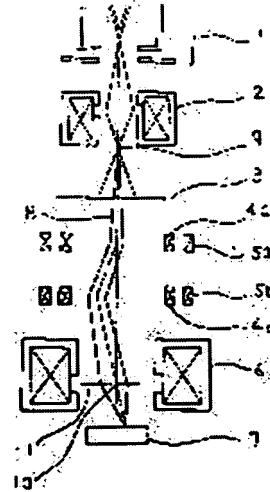
(21) Application number : 63-183623 (71) Applicant : HITACHI LTD  
 (22) Date of filing : 25.07.1988 (72) Inventor : SATO MITSUGI

## (54) SCANNING ELECTRONIC MICROSCOPE

## (57) Abstract:

PURPOSE: To incline beams on a sample so as to enable scanning without using an object lens of specially large aperture by arranging a two-stage deflecting system for scanning and a two-stage optical axis controller on the power source side from the final stage object lens, and making the two-stage deflecting system for scanning control scanning electron beams so that the fulcrum may be positioned at the main face or its vicinity of the final stage object lens.

CONSTITUTION: Primary electron beams emitted from the power source of a scanning electronic microscope are condensed by a condensing lens 2 and crossover is made at the object point of an object lens 6. This crossed primary electron beams are restricted by an object lens diaphragm 3 and are focused again on a sample 7 by a lens 6. On the other hand, the primary electron beams are scanned so that the lens main face 11 or the deflection fulcrum 10 of the scanning electron beams in its vicinity may become a fulcrum by the two-stage deflecting system for scanning 4a and 4b. And image distortion at the time of low magnification is restrained to the minimum, and in this condition DC signals are let flow to a two-stage deflecting system 5a and 5b which is arranged for optical axis control, and the central orbit of the primary electron beams is deflected with the object point 9 of the lens 6 as a fulcrum, and the primary electron beams 8 are inclined only by angle  $\theta$  on the sample 7.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

平2-33843

⑬ Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 01 J 37/147  
37/04

識別記号  
B B

序内整理番号  
7013-5C  
7013-5C

⑭ 公開 平成2年(1990)2月5日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全5頁)

⑮ 発明の名称 走査電子顕微鏡

⑯ 特 願 昭63-183623

⑰ 出 願 昭63(1988)7月25日

⑱ 発明者 佐藤 貢 沢城県勝田市市毛882番地 株式会社日立製作所那珂工場  
内

⑲ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳ 代理人 弁理士 小川 勝男 外2名

明細書

1. 発明の名称

走査電子顕微鏡

2. 特許請求の範囲

1. 細く絞つた電子線を試料上で走査し、該走査電子線によって得られる信号により走査像を得る走査電子顕微鏡において、最終段対物レンズより電子源側に2段の走査用偏向器と2段の光軸制御用偏向器を配置し、走査電子線の支点を前記対物レンズの正面又はその近傍となる如く前記走査用の2段の偏向器を制御すると共に、走査電子線の中心軸(光軸)を前記対物レンズの物点を支点として偏向する如く前記光軸制御用の2段の偏向器を制御し、試料上で走査電子線を傾斜させることを特徴とする走査電子顕微鏡。

2. 前記光軸制御用の2段の偏向器に与える偏向信号の比を可変する手段を備えている特許請求の範囲第1項記載の走査電子顕微鏡。

3. 前記光軸制御用の2段の偏向器に与える偏向

信号に交流信号を重ねる手段を備えている特許請求の範囲第1項又は第2項記載の走査電子顕微鏡。

4. 少なくとも2台の像観察用CRT装置を有し、これらに2段の光軸制御用偏向器に与える異なる2つの信号値に対する走査像をそれぞれ表示させることを特徴とする特許請求範囲第1、2又は3項記載の走査電子顕微鏡。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は走査電子顕微鏡、特に走査電子線を試料上で傾斜してステレオ観察するのに適した走査電子顕微鏡に関する。

【従来の技術】

走査電子線を傾斜させる通常の方法は、特開昭58-147948号公報に記載されているように、大口径対物レンズの軸外に平行一次電子線を入射させるものである。

【発明が解決しようとする課題】

しかし、そのような技術は、ビームを試料上で

## 特開平2-33843 (2)

大角度に傾斜することに関してはすぐれているが、大口径対物レンズを使用する必要と、一次電子線を平行にして対物レンズに入射する必要があるため、以下の問題点を生じる。

一般に対物レンズの穴径を大きくすると、球面収差係数  $C_s$  は小さくなる傾向を示すが色収差係数  $C_c$  は逆に急激に大きくなる。これは、同一試料位置に対して、対物レンズの穴径を大きくすると、対物レンズの磁界分布の範囲が広がり、結果として対物レンズの焦点距離が長くなるために生じる。

一方、走査電子顕微鏡の分解能は、球面収差係数  $C_s$  に対しては  $1/4$ 乗 ( $C_s^{1/4}$ ) に比例し、色収差係数  $C_c$  に対しては  $1/2$ 乗 ( $C_c^{1/2}$ ) に比例して悪くなる。即ち、球面収差係数  $C_s$  が多少小さくなつても、分解能はほとんど向上しないのに対して、色収差係数  $C_c$  が大きくなると、分解能は急激に悪くなることを示している。従つて、走査電子顕微鏡の基本性能をできるだけ良くするには、大口径対物レンズは得策とは言えない。

低倍率時の歪が大きく歪む問題がある。また、一次電子線の傾斜角変化に対する段ずれ等、ステレオ観察に関しては、ほとんど考慮されていない。

本発明の目的は、ビーム傾斜するために、特別に大口径の対物レンズを使用せず、また、対物レンズに入射する一次電子線を平行にしなくとも、ビームを試料上で傾斜して走査することができ、しかも、低倍率時における走査像の歪を最小に抑えて、試料を傾斜せずにステレオ像を観察することができる走査電子顕微鏡を提供することにある。  
〔課題を解決するための手段〕

本発明によれば、最終段対物レンズより電子源側に2段の走査用偏向器と2段の光軸制御用偏向器が配置される。2段の走査用偏向器は走査電子線の支点が最終段対物レンズの正面又はその近傍に位置する如く制御され、2段の光軸制御用偏向器は走査電子線の中心軸（光軸）が最終段対物レンズの物点を支点として偏向される如く制御される。

〔作用〕

第2点として、前記通常の技術では、ビームを大角度に傾斜して、しかも非点収差の発生を小さくするために、対物レンズに入射させる一次電子線は平行ビームにしなければならない。ところが、通常の走査電子顕微鏡では、一次電子線の照射電流を変えたり、光学系の縮小率を変えることが必要となるために、電子線を少なくとも一度は、集束レンズで集束させなければならず、従つて、前記通常の技術では、通常の走査電子顕微鏡の光学系に、平行ビーム用の集束レンズを更に追加して配置しなければならない問題点がある。

第3点として、前記通常の技術の実施例では、一次電子線の走査は全て一段の偏向器である。周知の通り、走査電子顕微鏡では、通常、対物レンズの電子源側に走査用の偏向器を設けて、走査像の歪を最少にするために、対物レンズのほぼ正面近傍を支点とする様に一次電子線を走査するのが理想的である。このためには、偏向器は少なくとも二段必要である。従つて、前記通常の技術では、一段偏向による一次電子線の走査によつて、特に

以上のように、2段の走査用偏向器は走査電子線を最終段対物レンズの正面又はその近傍にある点を支点として走査する様に働き、2段の光軸制御用偏向器は走査電子線の中心軸（光軸）を最終段対物レンズの物点を支点として偏向する様に働く。

したがつて、本発明によれば、前述した本発明の目的が達成される。

## 〔実施例〕

第1図～第4図を用いて本発明を説明する。第1図において、電子源1から放出した一次電子線は、集束レンズ2により一度集束され9の位置にクロスオーバを作る。9の位置は対物レンズ6の物点となり、9の位置でクロスした一次電子線は対物レンズ絞り3で制限され、対物レンズ6で試料7上に再度集束される。一方、走査用の2段の偏向器4a及び4bによつて、対物レンズ正面11又はその近傍の点10を支点とする様に一次電子線が走査される。このため、低倍率時の歪は最小に抑えられる。この状態で、第2図に示す

## 特開平2-33843 (3)

様に、光軸制御用に配置した2段の偏向器5a及び5bに直流信号を流し、一次電子線の中心軌道（光軸）を対物レンズ6の物点9を支点とする様に偏向すると、試料7上では、一次電子線8の中心位置は変わらずに、一次電子線8がθだけ傾斜される。

この様に対物レンズ6の物点9を支点として偏向器5a及び5bで軌道を偏向し、更に走査用偏向器4a及び4bで対物レンズ主面又はその近傍を支点とする様に一次電子線8を走査すると、第3図の点線で示す様な走査軌道となり、この様な走査にすることで、低倍率時においても走査像の歪が少なく、しかも走査ビームを傾斜することができる。

本発明の考え方で傾斜できる実用的な角度は、対物レンズ下部に試料を配置するタイプの走査電子顕微鏡で±10°程度、対物レンズ磁極間に試料を配置するインレンズタイプの走査電子顕微鏡で±15°程度まであるが、通常のステレオ像観察には、±5°～±10°までの傾斜角で充分

であるため、本発明で充分ステレオ像観察ができる。

第4図はステレオ像観察のための走査電子顕微鏡の主要部の構成を示すものである。ステレオ像観察では、異なる傾斜角で一次電子線を走査する必要があり、この傾斜角の設定は第4図の傾斜角度設定用可変抵抗器18及び19の電圧調整により行なえる。傾斜角度切換スイッチ17は、傾斜角度設定用可変抵抗器18、19で設定した電圧を切換えて、試料7上での一次電子線8の傾斜角度の切り換えを行なう。この切換えに対する像のずれをなくすには、交流発生器16をスイッチ15をONすることで加算器14に加え、交流信号によって走査像の中心が動かない様に、光軸制御用の偏向器4bへの信号量を可変抵抗13で調整すればよい。なお、12a、12bは増幅器である。

スイッチ17とスイッチ22を連動させることで、2台の像表示用CRT装置23a、23bにステレオペア像をそれぞれ表示することができる。

また、同一CRTを上下または左右の二分割表示方式とし、その各々にステレオペア像を表示したり、同一CRT上に各々のステレオペア像を色分けして重ねて表示することで、リアルタイムに試料のステレオ像が観察できる。

光軸制御用偏向器5a、5bへの偏向信号は傾斜角度設定用可変抵抗器18及び19を調整してその出力電圧を任意に変えることにより変えられ得るから、可変抵抗器18及び19を調整することにより試料面に対する垂直軸を基準としたプラスおよびマイナス方向へのビーム傾斜角を任意に変えることができ、更にプラス方向へのビーム傾斜角とマイナス方向へのビーム傾斜角を異なせることにより、実際には試料を傾けることなしに、試料を傾けた状態でステレオペア像を得るのと同じ結果を得ることもできる。

光軸制御用偏向器5a、5bによる偏向軌道は、対物レンズの物点9を支点として偏向される。この精度が悪いと、ビーム傾斜角度を切り換えた時に走査像の中心が移動してしまい、同一視野のス

テレオペア像が得られなくなる。そこで、可変抵抗器13によって、偏向器5bの信号量を変えて、偏向器5aと5bの信号比を変えてやると、偏向支点を対物レンズの物点9まで正確に合せることができる。具体的には、スイッチ15で交流信号16を偏向器5a、5bに加算して、該交流信号16によって走査像の中心が動かない様に可変抵抗13を調整すればよい。

一方、試料から発生した二次電子は二次電子検出器20で検出され、像表示用CRT装置23a、23bのいずれかに表示させることができる。この場合、スイッチ17とスイッチ22は同期しており、CRT装置23a及び23bには、それぞれビーム傾斜角度の異なる2つのステレオペア像が表示される。

本実施例によれば、走査電子顕微鏡の性能を保つまま、一次電子線を試料上で傾斜させて、ステレオ像を高分解能でしかもリアルタイムに観察できる効果がある。

〔発明の効果〕

特開平2-33843 (4)

本発明によれば、ビーム傾斜用として特別大口径の対物レンズを使用する必要がなく、また対物レンズに入射する一次電子線を平行にしなくともビームを試料で傾斜して走査することができ、しかも低倍率時における走査像の歪を最小に抑えて、試料を傾斜せずにステレオ像を観察することができる走査電子顕微鏡が提供される。

## 4. 図面の簡単な説明

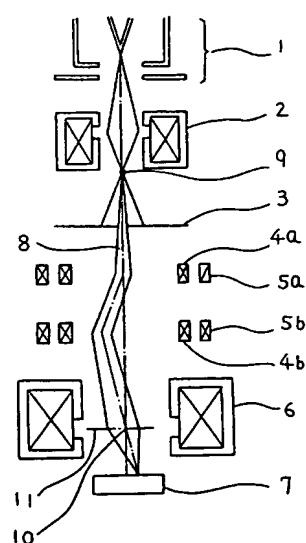
第1図は本発明にもとづく一実施例の走査電子顕微鏡の電子光学系図、第2図は第1図の光軸制御用偏向器の動作説明図、第3図は第1図の光軸制御用偏向器と走査用偏向器を動作させた時の一次電子線の走査軌道説明図、第4図はステレオ像観察時に必要な本発明にもとづく一実施例を示す走査電子顕微鏡の主要部のプロツク図である。

1…電子線、2…集束レンズ、3…対物レンズ絞り、4a, 4b…走査用偏向器、5a, 5b…光軸制御用偏向器、6…対物レンズ、7…試料、8…一次電子線、9…対物レンズの物点、10…走査電子線の偏向支点、11…対物レンズ主面。

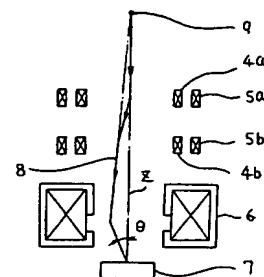
12a, 12b…増幅器、13…可変抵抗器、14…信号加算器、15…スイッチ、16…交流信号源、17…傾斜角度切換スイッチ、18…19…傾斜角度設定用可変抵抗器、20…二次電子検出器、21…二次電子、22…像表示切換スイッチ、23a, 23b…像表示CRT装置。

代理人弁理士 小川勝男

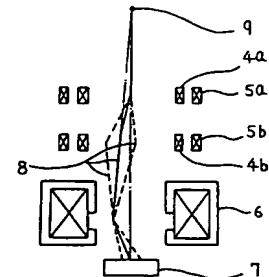
第1図



第2図



第3図



第4図

